Научная статья / Original research
УДК 347.77
https://doi.org/10.33873/2686-6706.2023.18-3.399-414

Мировой опыт технологии получения водорода на базе объектов интеллектуальной собственности нефтегазового комплекса

Кристина Валерьевна Дорохина[1] ✉, Светлана Сергеевна Дейнеко[2]

[1] Евразийская патентная организация, г. Москва, Россия
[2] ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Московская обл., Россия
✉ *KDorokhina@eapo.org*

Резюме
Введение. В статье проведен анализ мировых технологий производства водорода с различной степенью очистки от примесей в промышленных масштабах. Рассмотрены заявки на выдачу патентов на изобретения и патенты на изобретения стран Европейского союза, США, Китая, Японии, Кореи и Российской Федерации. **Методы исследования.** В процессе написания работы основным методом исследования стал диалектический метод, также использовались методы патентного анализа, системный подход, анализ нормативных правовых актов, касающихся технологий, связанных с водородной энергетикой, а также патентных баз. **Результаты и дискуссия.** Анализ зарубежного опыта показал, что в настоящее время активное патентование в странах с дефицитом углеводородных ресурсов ведется в отношении технологий, связанных с получением чистого «зеленого» водорода. В России тенденция патентования направлена на технологии получения очищенного водорода из природного газа. При этом общность патентуемых решений заключается в стремлении к удешевлению технологий, а также к соответствию мировым экологическим нормам. Подробно рассмотрены технологии, запатентованные на Евразийском пространстве. Сделаны выводы, касающиеся региональной закономерности рентабельности патентования и дальнейшего использования охраняемых объектов интеллектуальной собственности. Патентование определенных технологий получения очищенного водорода носит территориальный характер, подкрепленный ресурсным, а также экономическим потенциалом той или иной страны. Однако, несмотря на активное развитие водородных технологий, перед изобретателями всего мира по-прежнему стоит задача их удешевления, поскольку получение экологичного водорода — «зеленого», «бирюзового» и «голубого», с минимизацией выбросов углеводорода — является весьма дорогостоящим процессом. Аналитики делают прогнозы о планомерном удешевлении «зеленого» и «голубого» водорода по мере крупномасштабного внедрения технологий его производства на промышленных объектах и одновременно с этим удорожании «серого»

водорода из-за введения ценообразования на выбросы CO_2. Что касается «голубого» водорода, то прогнозы более чем позитивны: к 2030 г. его стоимость может составить 1—2,5 $/кг. Таким образом, «голубой» водород уже в обозримом будущем может стать конкурентоспособным энергоносителем. **Заключение.** Авторы полагают, что создание конкурентоспособных технологий напрямую зависит от ресурсных возможностей региона. Удешевление технологий производства водорода в первую очередь зависит от энергетического потенциала страны. Активность патентования и внедрение технологий, характеризующих переход от традиционных методов получения и использования «серого» водорода к «зеленому», «бирюзовому» и «голубому» водороду, связаны с необходимостью получения экологически безопасного альтернативного источника энергии. Благодаря ему возможно было бы заменить традиционные источники энергии в регионах с дефицитом нефтегазовых ресурсов, и, кроме того, уменьшить экологическую нагрузку от выбросов в атмосферу диоксида углерода и других сопутствующих газов, образующихся в процессе освоения углеводородных ресурсов. В условиях происходящих перемен ведущим мировым компаниям необходимо проводить реструктуризацию своих активов, уделяя особое внимание и нематериальным активам, с целью сохранения контроля на рынках конкурентоспособной продукции.

Ключевые слова: зеленый водород, бирюзовый водород, голубой водород, электролиз воды, паровой риформинг метана, газификация, энергетическая стратегия, патент

Для цитирования: Дорохина К. В., Дейнеко С. С. Мировой опыт технологии получения водорода на базе объектов интеллектуальной собственности нефтегазового комплекса // Управление наукой и наукометрия. 2023. Т. 18, № 3. С. 399—414. DOI: https://doi.org/10.33873/2686-6706.2023.18-3.399-414

Global Experience in Hydrogen Production Technology Based on Intellectual Property Assets of the Oil and Gas Sector

Kristina V. Dorokhina[1] ✉, Svetlana S. Deineko[2]

[1] *Eurasian Patent Organization, Moscow, Russia*
[2] *Gazprom VNIIGAZ LLC, Moscow Region, Russia*
✉ *KDorokhina@EAPO.org*

Abstract
Introduction. The article examines global hydrogen production technologies with varying degrees of impurity purification and evaluates the economic efficiency of these technologies at an industrial scale. Considered are patent applications and patents for inventions from the European Union, the United States, China, Japan, Korea and the Russian Federation. **Methods.** The primary research method employed in the composition of

this paper was the dialectical method, supplemented by patent analysis, a systems approach and an examination of legal regulations pertaining to hydrogen energy technologies and patent databases. **Results and Discussion.** An examination of international practices reveals that countries with scarce hydrocarbon resources are currently actively patenting technologies associated with the production of pure 'green' hydrogen. In Russia, the trend in patenting is geared towards technologies that extract purified hydrogen from natural gas. The common thread among these patented solutions is an aim to decrease technology costs and adhere to global environmental standards. Technologies patented in the Eurasian space are discussed in detail. Conclusions have been drawn regarding the regional regularity of patent profitability and the subsequent use of protected intellectual property. The patenting of specific technologies for producing purified hydrogen is territorially based, reinforced by the resource and economic potential of each respective country. However, despite the active advancement of hydrogen technologies, inventors worldwide continue to grapple with the challenge of reducing their costs, as the production of eco-friendly hydrogen — 'green,' 'turquoise,' and 'blue,' with minimized hydrocarbon emissions — remains a costly process. Analysts predict a gradual reduction in the cost of 'green' and 'blue' hydrogen as large-scale implementation of its production technologies in industrial facilities takes place, while 'grey' hydrogen becomes more expensive due to CO_2 emission pricing. Regarding 'blue' hydrogen, forecasts are highly optimistic: by 2030, its price could range between 1–2.5 $/kg. Therefore, 'blue' hydrogen could potentially become a competitive energy source in the near future. **Conclusion.** The authors believe that the development of competitive technologies is directly contingent upon a region's resource capabilities. The reduction in the cost of hydrogen production technologies primarily hinges on a country's energy potential. The active patenting and deployment of technologies that mark the shift from traditional methods of producing and using 'grey' hydrogen to 'green,' 'turquoise,' and 'blue' hydrogen are driven by the need for an environmentally friendly alternative energy source. This could replace conventional energy sources in regions lacking oil and gas resources, while also reducing the environmental impact of carbon dioxide emissions and other gases produced during the exploitation of hydrocarbon resources. Given the ongoing changes, leading global companies need to restructure their assets, paying special attention to intangible assets, in order to retain control over competitive product markets.

Keywords: green hydrogen, turquoise hydrogen, blue hydrogen, water electrolysis, methane steam reforming, gasification, energy strategy, patent

For citation: Dorokhina KV, Deyneko SS. Global Experience in Hydrogen Production Technology Based on Intellectual Property Assets of the Oil and Gas Sector. *Science Governance and Scientometrics*. 2023;18(3):399-414. DOI: https://doi.org/10.33873/2686-6706.2023.18-3.399-414

Введение / Introduction

Вот уже несколько десятилетий государственные аппараты управления большинства стран мира уделяют особое внимание эффективному внедрению объектов интеллектуальной собственности, при этом постоянно совершенствуя и регулируя законодательную базу.

В настоящее время вопрос необходимости патентования изобретений и их дальнейшей реализации на внутреннем и мировом рынках остается актуальным.

Охрану изобретений по всему миру обеспечивают региональные, международные и национальные патентные ведомства.

На территории Российской Федерации охрану интеллектуальной собственности обеспечивают Роспатент и федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» (далее — ФИПС). В подведомственном подчинении Роспатента закреплены 3 организации: ФИПС, федеральное агентство ФАПРИД, выполняющее защиту изобретений военного и специального назначения, Российская государственная академия интеллектуальной собственности (далее — РГАИС), занимающаяся обучением по программам профессионального образования. У Роспатента есть договоры о сотрудничестве с региональными и международными патентными ведомствами: Евразийской патентной организацей (далее — ЕАПО), Европейским патентным ведомством (далее — ЕАПВ), Всемирной организацей интеллектуальной собственности (далее — ВОИС) и т. д.

Помимо Роспатента, на территории Российской Федерации можно получить охранный документ на объект интеллектуальной собственности в ЕАПО. Такой патент может действовать на территории стран — участниц Евразийской патентной конвенции: Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации, а также Туркменистана, Республики Таджикистан и Азербайджанской Республики. Преимущество такого рода патента заключается в единой системе пошлин, делопроизводства и экспертизы. Также после вынесения решения о выдаче евразийского патента патентообладатель сам может решить, на территории каких стран будет действовать патент.

В период, когда происходит реструктуризация на мировых рынках, очень важно продолжать создавать конкурентоспособный продукт, который смог бы прочно занять свою нишу. Это период возможностей для изобретателей создавать новые передовые технологии.

В последнее время технологии, направленные на декарбонизацию, приобрели особую актуальность, касающуюся не только экологического, но и экономического аспектов. В тех обстоятельствах, которые сложились в мире за последние несколько лет, остро встал вопрос использования альтернативных источников энергии в странах с дефицитом нефтегазовых ресурсов (странах

Европейского союза (далее — ЕС), а также США, не имеющих достаточного количества легкоизвлекаемых запасов).

В связи с этим активно начали развиваться технологии, связанные с возможностью перехода на альтернативную водородную энергетику. Вследствие этого активно патентуются и внедряются технологии, связанные с переходом традиционных методов получения и использования «серого» водорода (произведенного методом паровой конверсии метана без CCUS (Carbon Capture, Use and Storage) — улавливание, использование и хранение углерода) на «зеленый» (электролиз с использованием электроэнергии от ВИЭ: энергия ветра и солнца), «бирюзовый» (получен из углеводородов с применением технологии пиролиза метана без выбросов CO_2) и «голубой» водород (паровая конверсия метана с CCUS). Кроме того, при производстве водорода особо важным является вопрос утилизации CO_2 как попутно получаемого сырья.

Цель настоящего исследования заключается в обзоре мирового опыта технологии получения водорода на базе объектов интеллектуальной собственности нефтегазового комплекса.

Обзор литературы / Literature Review

Необходимо отметить, что в турбулентный период система интеллектуальной собственности продемонстрировала стабильность и устойчивость, а кроме того, анализируя количество заявок, поступающих в патентные ведомства страны, конкретно в ЕАПВ, можно наблюдать активность со стороны изобретателей и их заинтересованность в получении Евразийского патента на территории Евразийского пространства. Так, по состоянию на октябрь 2022 г. количество поступивших заявок на изобретения составляет 2 903 ед., в то время как на предыдущий год — 2 902, т. е. число поступивших заявок сопоставимо с предыдущим годом.

В работе Г. П. Ивлиева [1] отмечено, что на заседании Ассамблеи ВОИС в Женеве делегация из ЕАПВ выступила с докладом о недопустимости влияния политических противоречий на глобальную интеллектуальную систему. И действительно, статистика поступающих заявок в ЕАПВ показывает, что изобретатели со всего мира по-прежнему заинтересованы в получении патентов на свои передовые технологии, в т. ч. и на территории Евразийского пространства.

Госаппараты всего мира поддерживают развитие технологий, направленных на декарбонизацию. Это подкреплено законодательными директивами.

В странах ЕС разработана Директива 2021/0218/ЕС по стимулированию развития энергии из возобновляемых источников, кото-

рая является дополняющим документом к Директиве 2018/2001/ЕС[1] и Регламенту 2018/1999[2].

В Российской Федерации нормативно-правовая база по технологиям, связанным с водородной энергетикой, находится в стадии формирования, и на данный момент действуют следующие документы:

— План мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. № 2634-р);

— распоряжение Правительства Российской Федерации по созданию и утверждению межведомственной рабочей группы по развитию в Российской Федерации водородной энергетики от 17 июля 2021 г. № 1982-р;

— Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации (распоряжение Правительства Российской Федерации от 5 августа 2021 г. № 2162-р);

— распоряжение Правительства Российской Федерации от 16 января 2023 г. № 40-р «О подписании соглашений о намерениях между Правительством Российской Федерации и заинтересованными организациями в целях развития высокотехнологичного направления «Развитие водородной энергетики».

В опубликованной 08.07.2020 «Водородной стратегии для климатически нейтральной Европы»[3] Европейская комиссия (далее — ЕК) ставит целью значительное увеличение масштабов производства водорода; по прогнозам, стоимость возобновляемого водорода будет составлять 1,1—2,4 евро за 1 кг за счет организации производств «зеленого» водорода на территории ЕС и за его пределами.

Методы исследования / Methods

В процессе написания работы основным методом исследования стал диалектический метод, также использовались методы патент-

[1] Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2018/2001(ЕС) от 11 декабря 2018 г. о стимулировании использования энергии из возобновляемых источников (новая редакция) (Страсбург, 11 декабря 2018 г.). URL: https://base.garant.ru/73507373/?ysclid=lf44bso517406667800 (дата обращения: 11.03.2023).

[2] Регламент Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2018/1999 от 11 декабря 2018 г. об управлении Энергетическим союзом и действиями в области климата, об изменении Регламентов (ЕС) 663/2009 и (ЕС) 715/2009 Европейского Парламента и Совета ЕС, Директив 94/22/ЕС, 98/70/ЕС, 2009/31/ЕС, 2009/73/ЕС, 2010/31/ЕС, 2012/27/ЕС и 2013/30/ЕС Европейского Парламента и Совета ЕС, Директив 2009/119/ЕС и (ЕС) 2015/652 Совета ЕС и об отмене Регламента (ЕС) 525/2013 Европейского Парламента и Совета ЕС. URL: https://base.garant.ru/74577814/?ysclid=lf44glm4zd276976558 (дата обращения: 11.03.2023).

[3] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europehttps. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301 (accessed: 11.03.2023).

ного анализа, системный подход, анализ нормативных правовых актов, касающихся технологий, связанных с водородной энергетикой, а также патентных баз.

Результаты и дискуссия / Results and Discussion

Проведенный анализ патентных баз показал региональную закономерность в заинтересованности получения охранного документа на ту или иную технологию производства водорода, которая во многом зависит от ресурсного потенциала региона.

При выборе ведомства, в которое подается заявка на выдачу патента, заявители ориентируются на сроки делопроизводства по заявке (заявитель заинтересован в скорейшем получении патента), а также на затраты, связанные с уплатой пошлин. Кроме того, при патентовании технологий многие заявители ориентируются на их актуальность. В настоящее время страны, не имеющие высокого газового потенциала (с дефицитом запасов природного газа), активно разрабатывают технологии, связанные с переходом на альтернативные источники энергии. При этом необходимо отметить, что, получая патент, патентообладатель приобретает своеобразную монополию на эту технологию. Таким образом, чем актуальнее технология, тем выгоднее для изобретателей охватить как можно больше стран, чтобы получить такого рода монополию. С целью охвата большего количества стран, на территории которых будет действовать патент, заявителям выгоднее подавать заявки на изобретения в региональные или международные ведомства, поскольку все этапы рассмотрения заявки (делопроизводство, формальная экспертиза, экспертиза по существу и т. д.), а также все пошлины будут проводиться в одном ведомстве.

Активное патентование разработок получения альтернативных источников энергии ведется за рубежом. На рис. 1 можно видеть, что основная доля запатентованных технологий получения чистого водорода («бирюзового», «голубого» и «зеленого») имеет охрану на территории Европы и США. В данном примере приведено соотношение патентов на вышеуказанные технологии, полученных заявителями за последние 5 лет в патентных ведомствах Европы, США, Китая, Японии, Кореи, Российской Федерации (Роспатент), а также в ЕАПВ.

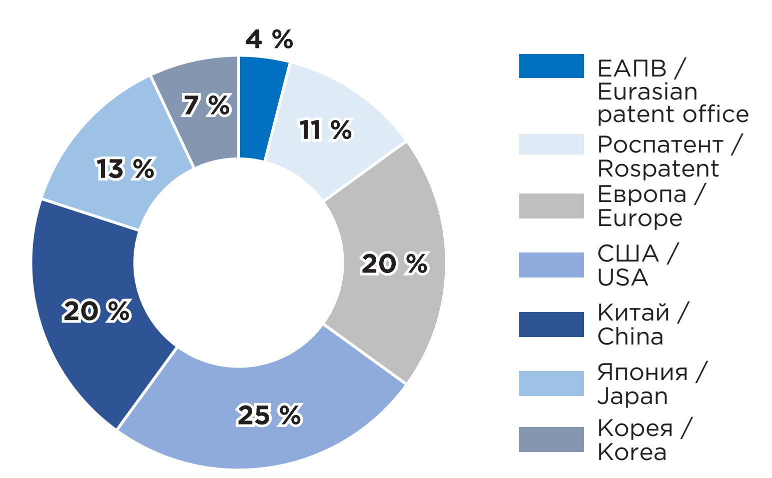


Рис. 1. Распределение объектов интеллектуальной собственности — доля запатентованных технологий получения чистого водорода в указанных патентных ведомствах

Fig. 1. Distribution of intellectual property items patented in the specified patent offices

Европейское патентное ведомство

Наглядным примером заявок на патенты в области водородных технологий, поступающих в ЕПВ, является европейская заявка EP 4056734 (A1), опубликованная 14.09.2022, заявитель Air liquid (FR)[4], в которой представлена электролизная установка, выполненная таким образом, что позволяет упростить и уменьшить конструкцию системы для охлаждения электролизных газов, сократить количество образующихся сточных вод в процессе электролиза, предотвратить накопление примесей, поступающих с подачей воды в электролитный контур, и тем самым сократить затраты на работу электролизной установки.

Американское патентное ведомство

В американской заявке US 2021270522 (A1), опубликованной 02.09.2021, заявитель Skyre inc (US)[5], авторами представлена система для электролиза воды и последующего криогенного сжижения водорода, способная производить водород и кислород из воды и сжижать их для использования в качестве топлива на лунной поверхности практически без участия человека. По мнению авторов, это изобретение позволит получать сжиженные водород и кислород на Луне в качестве топлива для дозаправки ракет. В перспективе авторы также предлагают исследовать возможности получения воды, необходимой для этой установки не с Земли, а из водяного льда, который, предположительно, располагается в затененных кратерах.

---

[4] URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/074874617/publicati-on/EP4056734A1?q=EP4056734 (дата обращения: 11.03.2023).

[5] URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/077462847/publicati-on/US2021270522A1?q=US2021270522 (дата обращения: 11.03.2023).

Российское патентное ведомство

В заявке RU 2016111730 (A), по которой 29.01.2020 был выдан патент RU 2712608 (C2) на имя Линде Акциенгезелльшафт (IRL) [2], представлена печь для проведения парового риформинга углеводородсодержащего газа, предпочтительно метана. Благодаря конструктивным особенностям изобретения обеспечиваются избыточная энергия в процессе парового риформинга, а также снижение расхода топлива.

Китайское патентное ведомство

В международной заявке WO 2022193349 (A1), опубликованной 22.09.2022, заявитель Chengdu Jingzhiyi Tech Co., Ltd (CN)[6], заявлена комбинированная система производства водорода на основе технологии электролиза воды из возобновляемых источников энергии и технологии улавливания углерода.

Изобретение относится к технической области «зеленой» энергетики, в частности к технологии, которая объединяет фотогальванику, энергию ветра, водородную энергию, обогащенное кислородом горение, улавливание углерода и другие новые энергетические технологии. Энергетическая система подачи чистого водорода при улавливании и регенерации водорода и углекислого газа предлагает реализуемое техническое решение для высокоэффективной установки по производству «зеленого» водорода для достижения целей углеродной нейтральности. Экономическая эффективность достигается за счет использования возобновляемых источников энергии для работы установки.

Японское патентное ведомство

В международной заявке на патент WO 2022202596 (A1), опубликованной 29.09.2022, заявитель Toray Industries (JP)[7], представлено устройство для электролиза воды с целью получения «зеленого» водорода, представляющее собой генератор водорода, содержащий топливный элемент, выполненный из полимерного электролитического формованного корпуса, содержащего в своей структуре электролитную мембрану со слоем катализатора. Преимуществом такого устройства является корпус топливного элемента, выполненный из полимерного электролита, который обеспечивает рабочую температуру 100 оС, а также имеет низкое энергопотребление. Поэтому такое устройство можно использовать для выработки электроэнергии в относительно небольших установках распределенной энергетики.

Корейское патентное ведомство

Примером технических решений в области водородных технологий, поступающих от заявителей из Кореи в патентное ведомство, является решение, охарактеризованное в заявке KR 20220095058 (A),

[6] URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/076512613/publicati-on/WO2022193349A1?q=WO2022193349 (дата обращения: 11.03.2023).

[7] URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/083395745/publicati-on/WO2022202596A1?q=WO2022202596 (дата обращения: 11.03.2023).

опубликованной 06.07.2022, заявитель Elchem Tech Co., Ltd (KR)[8], в которой представлено устройство очистки водорода в системе для получения водорода методом электролиза воды. Авторами данной заявки предложено устройство, при использовании которого возможно было бы сократить потребление энергии при осуществлении процесса пиролиза, а также снизить стоимость установки для получения «зеленого» водорода. Решение было найдено в конструктивных особенностях устройства, выполненных с возможностью использования источника питания с возобновляемой энергией.

Евразийское патентное ведомство

В евразийской заявке EA 201992227 (A1), опубликованной 31.01.2020, заявитель Шелл интернэшнл рисерч маатсхаппий Б. В. (NL)[9], представлен способ получения парафинового продукта из углеродсодержащего сырья. Усовершенствование технологии заключается в том, что на стадии удаления диоксида углерода и воды из абгаза при пропускании абгаза через установку короткоцикловой адсорбции извлекают поток водорода, очищенный от азота. Таким образом, авторы технологии достигли улучшенной переработки абгаза, получаемого в реакциях Фишера — Тропша, и, кроме того, в процессе осуществления данной технологии вместо CO_2 получили CO, повысив экологичность данной технологии.

В Евразийское патентное ведомство за последние 5 лет было подано свыше 300 заявок на изобретения, связанные с технологиями получения и использования экологически чистого водорода с одновременной утилизацией углекислого газа в различных агрегатных состояниях. Активными заявителями, заинтересованными в получении евразийских патентов в этой области, стали Л. М. Сургучев (RU), Ирис-Форскнингсинвест АС (NO), Палмер Лэбс (US), Хальдор Топсёэ А/С (DK), Линде Акциенгезельшафт (DE).

В настоящий момент наибольшую применимость получили следующие 3 технологии производства водорода.

1. Первая — электролиз воды. Электролизом воды называется физико-химический процесс, при котором под действием постоянного электрического тока дистиллированная вода разлагается на кислород и водород. В результате разделения на части молекул воды водорода по объему получается вдвое больше, чем кислорода.

При такой технологии получают чистый «зеленый» водород без сопутствующего CO_2. Существенным минусом данной разработки является высокая стоимость, которая связана с энергоемкостью процесса.

Наглядный пример такой разработки — техническое решение, охарактеризованное в евразийской заявке EA 201370079 (A1), по которой 30.06.2017 был выдан патент EA027099 (B1) компании С. К. Чентрул де Черентаре пентру материале макромолекуларе ши мембране С. А. (RO) [3], изобретение относится к мембранной электрокаталитической системе и способу производства топливного газа

[8] URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/082400610/publication/KR20220095058A?q=KR20220095058

[9] URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/055696928/publication/EA201992227A1?q=EA201992227

из воды при нормальных условиях без необходимости транспортировки и хранения и также к свойствам этого газа, которые делают его полезным и избавляют от рисков при эксплуатации как в бытовых, так и в промышленных условиях.

Система включает высокочастотный источник питания, систему электроснабжения, программируемый коммандный модуль, электрокаталитический мембранный модуль и модуль обработки топливного газа. Мембранный модуль содержит концентрические металлические электроды, пространство между которыми заполнено гранулированным углеродом и металлическими частицами, снизу ограничено неподвижной мембраной, а сверху — подвижной, а также снабжен датчиками, измеряющими параметры процесса, каналами и клапанами для впрыска и отвода жидкостей и системой охлаждения электродов.

2. Вторая — паровой риформинг метана или автотермический риформинг с получением «голубого» водорода.

Паровой риформинг метана — это отработанная технология получения синтез-газа, монооксида углерода и оксогаза. В технологическом процессе применяется паровой метан для риформинга углеводородного сырья в заполненных катализатором трубах, нагреваемых в печи с верхним пламенем. Однако этот процесс сопровождается выбросами CO2 и поэтому требует использования технологий улавливания и захоронения CO2, что добавляет по меньшей мере 20—40 % к себестоимости водорода.

Примером такой технологии является решение, представленное в евразийской заявке EA 201590063 (A1), по которой 29.06.2018 был выдан патент EA030103 (B1) компании ХАЛЬДОР ТОПСЁЭ А/С (DK) [4].

Настоящее изобретение относится к способу и установке для производства газа с высоким содержанием водорода и монооксида углерода, в частности синтез-газа для производства аммиака, метанола, диметилового эфира (ДМЭ), водорода и углеводородов синтезом Фишера — Тропша (ФТ). Изобретение также относится к способу производства синтез-газа с помощью, в частности, последовательного расположения стадий теплообменного риформинга и автотермического риформинга, в которых тепло, необходимое для реакций риформинга на стадии теплообменного риформинга, обеспечивается за счет горячего отходящего синтез-газа из этапа автотермического риформинга.

Целью изобретения стало предоставление способа получения синтез-газа, включающего теплообменный риформер и автотермический риформер, причем чтобы температура на выходе из теплообменного риформера и получение синтез-газа в ходе функционирования поддерживались бы на необходимом уровне, при этом не происходило бы снижения эффективности и увеличения потребления кислорода, или снижение эффективности и увеличение потребления кислорода происходили бы на незначительном уровне.

3. Третья технология — пиролиз метана. Пиролиз метана является альтернативным подходом к получению водорода из природного газа без образования CO2. При пиролизе метана образуется водо-

род, который может быть использован в энергетике, транспортном секторе, в промышленных / химических процессах и т. д. Минусом данной технологии является образование углерода в больших объемах, который необходимо так же, как и CO2, утилизировать.

Примером такой технологии является техническое решение, охарактеризованное в евразийской заявке EA 201890057 (A1), по которой 31.07.2019 был выдан патент EA032725 (B1) компании ЛИНДЕ АКЦИЕНГЕЗЕЛЬШАФТ (DE) [5], в котором предложена технология получения водорода из газообразной сырьевой смеси, попутно полученной в результате крекинга нефти, обогащенной водородом, метаном и углеводородами, имеющими два атома углерода, в котором текучую среду сырьевой смеси подвергают пиролизу, охлаждают от первого уровня температуры до второго уровня температуры при первом уровне давления, так что из текучей среды сырьевой смеси осаждаются один или большее количество конденсатов и остается остаточный газ. Затем текучую среду остаточного газа дополнительно охлаждают до третьего уровня температуры и подвергают противоточной абсорбции при первом уровне давления, получая при этом верхний газ, обогащенный водородом и метаном, и кубовую жидкость. Затем текучую среду верхнего газа нагревают и подвергают абсорбции с колебаниями давления при первом уровне давления, с получением потока продукта, который обогащен водородом и обеднен по метану или не содержит метана. Далее текучую среду конденсата/конденсатов и/или кубовой жидкости расширяют от первого уровня давления до второго уровня давления и направляют в деметанизатор низкого давления при втором уровне давления. Предусмотрено проведение противоточной абсорбции с использованием текучей среды, которую отбирают из деметанизатора низкого давления при втором уровне давления, сжимают в газообразной форме до первого уровня давления и охлаждают до третьего уровня температуры. Изобретение относится также к соответствующему устройству. Техническим результатом стало создание усовершенствованного способа получения водорода из газовых смесей, содержащих водород, метан и углеводороды, имеющие два атома углерода, в которых содержание других углеводородов является низким или они отсутствуют, с применением деметанизаторов, работающих при низком давлении.

Таким образом, обобщая все вышеописанные технологии, с использованием данных International Energy Agency (IEA) за 2021 г. можно сделать вывод, что стоимость «серого» водорода составила 1—2,5 $/кг, «голубого» водорода — 1,5—3 $/кг, «зеленого» водорода — 8—9 $/кг (рис. 2). Очевидно, в настоящее время наиболее привлекательным является производство более дешевого, «серого», водорода, который, однако, не относится к низкоуглеродному, т. к. имеет высокий углеродный след. «Голубой» водород имеет преимущества над «зеленым», у которого есть серьезные перспективы по сокращению стоимости по мере развития и внедрения технологий по его производству.

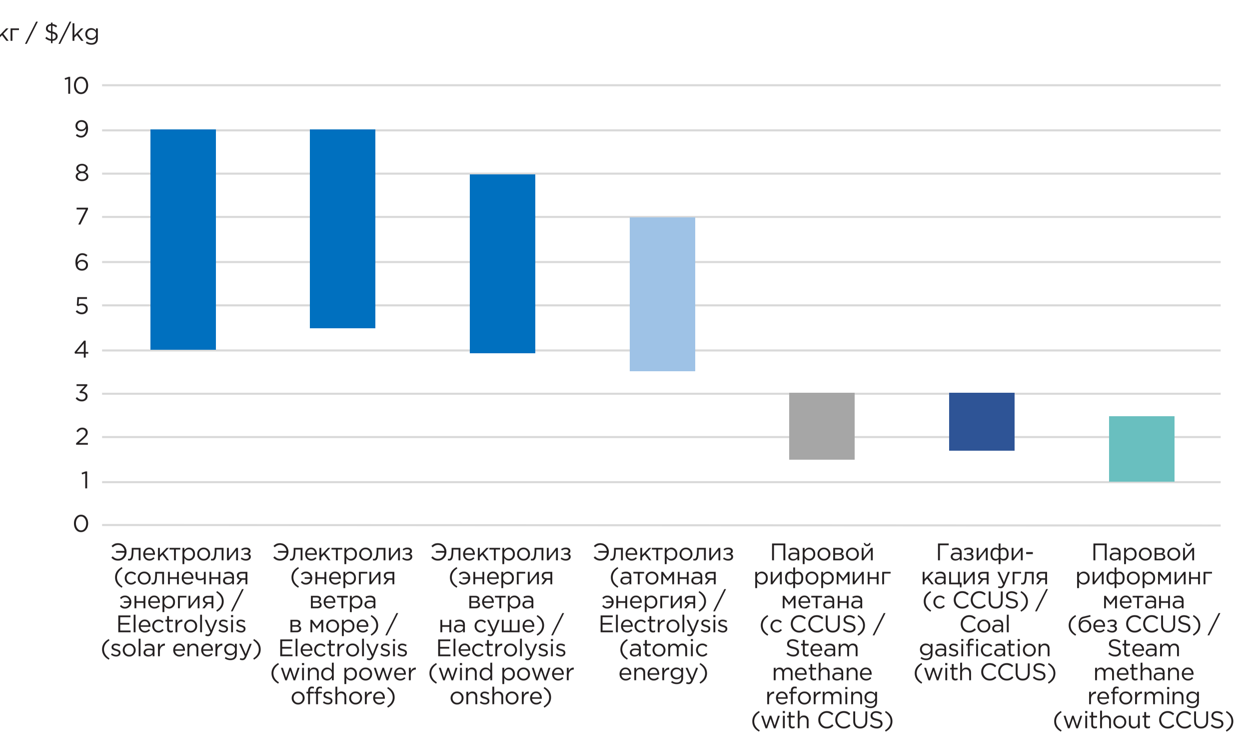


Рис. 2. Стоимость производства водорода с использованием апробированных технологий в промышленных масштабах

Fig. 2. The cost of hydrogen production using proven technologies on an industrial scale

Источник: IEA — International Energy Agency. World Energy Outlook 2021. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf (дата обращения: 11.03.2023).

Source: IEA — International Energy Agency. World Energy Outlook 2021. Available at: https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf (accessed: 11.03.2023).

«Бирюзовый» водород, по расчетным данным, имеет наименьшую стоимость среди низкоуглеродного и возобновляемого водорода. По оценкам экспертов Центра энергетики Московской школы управления Сколково, для обеспечения конкурентоспособности стоимость «бирюзового» водорода не должна превышать стоимость «голубого» — т. е. должна находиться в пределах 1,5—2,5 $/кг в 2030 г. [6].

Тем не менее, несмотря на низкий углеродный след у «зеленого» и «голубого» водорода, по стоимостным показателям они не могут в настоящее время составить конкуренцию природному газу, средняя стоимость которого резко возросла в 2021 г. и составила рекордные 15,8 $/MBtu (Title Transfer Facility (TTF) — Нейтральный индекс цен на газ), или 0,8 $/кг (по данным Gas Market Report, Q1-2022, IEA, январь 2022 г.)[10].

Заключение / Conclusion

Проблема развития интеллектуальной собственности в условиях рыночного реформирования является важнейшей для стабилизации экономики, а также для создания новой экономической парадигмы в условиях мирового кризиса.

В этих обстоятельствах важен основательный политико-экономический анализ текущей ситуации в сфере интеллектуальной собственности.

Кроме того, важен выбор стратегии экономического подхода к оценке прав на интеллектуальную собственность, которая должна определяться конкретными коммерческими интересами субъектов рыночной экономики в условиях кризиса.

Развитие водородной тематики в Российской Федерации осуществляется в соответствии с Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2035 года, основной задачей в данном направлении является «развитие производства и потребления водорода, вхождение Российской Федерации в число мировых лидеров по его производству и экспорту[11]. В настоящее время работа проводится на законодательном уровне. Реализованные пилотные проекты по производству водорода в Российской Федерации на сегодняшний день отсутствуют.

Таким образом, при патентовании технологий в той или иной стране заявителям стоит ориентироваться на то, чтобы они были применимы и актуальны в этом регионе для дальнейшей коммерциализации своих изобретений.

Так, для России, богатой углеводородным сырьем, наиболее перспективными становятся технологии получения «голубого» и «бирюзового» водорода методами парового риформинга и пиролиза угле-

[10] Gas Market Report, Q1-2022. Including Gas Market Highlights 2021. Available at: https://iea.blob.core.windows.net/assets/4298ac47-e19d-4ab0-a8b6-d8652446ddd9/GasMarketReport-Q12022.pdf (accessed: 11.03.2023).

[11] Правительство Российской Федерации утвердило план мероприятий по развитию водородной энергетики. URL: https://minenergo.gov.ru/node/19194?ysclid=lf45104284394464936 (дата обращения: 11.03.2023).

водородсодержащего сырьевого газа, предпочтительно метана. Европейский союз, США, Китай, Япония и Корея, не имеющие больших объемов углеводородных ресурсов, нацелены на создание улучшенных технологий получения «зеленого» водорода из воды. Кроме того, при патентовании технологий, связанных с получением очищенного водорода, рекомендуется учитывать заинтересованность потенциальных инвесторов в реализации с целью монетизации изобретения, получившего охранный документ, а также вклада в развитие водородной энергетики.

Общность всех мировых изобретений в области водородных технологий последних лет состоит в стремлении изобретателей создавать установки, которые были бы наименее энерго- и финансово затратными, и чтобы при этом решался вопрос по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу.

Список использованных источников

1. Ивлиев Г. П. Задача ЕАПВ — действовать в интересах пользователей системы интеллектуальной собственности // Патенты и лицензии. Интеллектуальные права. 2022. № 9. С. 2—7. URL:https://www.eapo.org/pdf/home/publications/2022IvlievPL202209.pdf (дата обращения: 11.03.2023).

2. Патент № 2712608 Российская Федерация, С2. Печь с обогреваемыми электричеством, а также топливом реакторными трубами для парового риформинга углеводородсодержащего сырья: № 2016111730 : заявл. 30.03.2016 : опубл. 29.01.2020 / Линде акциенгезелльшафт (DE).

3. Патент № ЕА027099, В1. Мембранная электрокаталитическая система и способ получения топливного газа из воды : № 201370079: заявл. 20.04.2011 : опубл. 30.06.2017 / С. К. Чентрул де черчетаре пентру материале макромолекуларе ши мембране С. А. (RO).

4. Патент № ЕА030103, В1. Способ риформинга углеводородов : № 201590063 : заявл. 12.06.2014 : опубл. 29.06.2018 / ХАЛЬДОР ТОПСЁЭ А/С (DK).

5. Патент № ЕА032725, В1. Способ и устройство для получения водорода из сырьевой смеси, которая содержит водород и углеводороды : № 201890057 : заявл. 29.06.2016 : опубл. 31.07.2018 / Линде акциенгезелльшафт (DE).

6. Мельников Ю. В. SKOLKOVO Moscow School of Management. 2022. URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/a48151ee-92c5-4a52-8cbb-19f41ce16762/2022-04-21-SKOLKOVO_EneC_RU_LowCarbonH2_fromCH4_DFv3.pdf (дата обращения: 11.03.2023).

Информация об авторах

Дорохина Кристина Валерьевна, ведущий эксперт, Евразийская патентная организация (109012, Россия, г. Москва, М. Черкасский пер., д. 2), KDorokhina@eapo.org

Дейнеко Светлана Сергеевна, главный специалист, Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий — Газпром ВНИИГАЗ (142717, Россия, п. Развилка, 5537-й пр-д).

Заявленный вклад соавторов

Дорохина К. В. — постановка цели и задач исследования, проведение анализа, обзор литературных источников, формулирование выводов; **Дейнеко С. С.** — анализ экономических данных, подготовка графического материала.

References

1. Ivliev GP. The Task of the EAPO is to Act in the Interests of Users of the Intellectual Property System. *Patents & Licenses. Intellectual Rights*. 2022;9:2-7. Available at: https://www.eapo.org/pdf/home/publications/2022IvlievPL202209.pdf (accessed: 11.03.2023). (In Russ.)

2. Pat. 2712608 RF, C2. Furnacewith Reactortubes Heatableelectrically and by Means Ofcombustion Fuel for Steam Reforming Feedstock Containing Hydrocarbon: № 2016111730; Appl. 30.03. 2016; Publ. 29.01.2020 / Linde Akziengesellschaft (DE).

3. Pat. EA027099, B1. Membrane Electro-Catalytic System and Process for Obtaining Fuel Gas from Water: № 201370079; Appl. 20.04.2011 ; Publ. 30.06.2017 / S. K. Centrul de Cherchetare Pentru Material Macromolecular Shi Membrane S. A. (RO).

4. Pat. EA030103, B1. Process for Reforming Hydrocarbons: № 201590063; Appl. 12.06.2014 ; Publ. 29.06.2018 / Haldor Topsee A/S (DK).

5. Pat.EA032725, B1. Method and System for Obtaining Hydrogen from a Feed Mixture Which Contains Hydrogen and Hydrocarbons: № 201890057; Appl: 29.06.2016; Publ. 31.07.2018 / Linde Akziengesellschaft (DE).

6. Melnikov YuV. SKOLKOVO Moscow School of Management. 2022. Available at: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/a48151ee-92c5-4a52-8cbb-19f41ce16762/2022-04-21-SKOLKOVO_EneC_RU_LowCarbonH2_fromCH4_DFv3.pdf (accessed: 11.03.2023). (In Russ.)

Information about the authors

Kristina V. Dorokhina, Leading Expert, Eurasian Patent Organization (2 Cherkasskiy Lane, Moscow 109012, Russia), KDorokhina@eapo.org

Svetlana S. Deineko, Principal Specialist, Scientific Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies — Gazprom VNIIGAZ (Gazprom VNIIGAZ LLC) (15 5537-th Projected St., Razvilka 142717, Russia).

Contribution of the authors

K. V. Dorokhina — defining the research goal and objectives, conducting analysis, reviewing literature sources and formulating conclusions; **S. S. Deineko** — data analysis, preparation of the illustrations.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interests.

Поступила 09.01.2023 | *Submitted 09.01.2023*
Одобрена 24.07.2023 | *Approved 24.07.2023*
Принята 29.08.2023 | *Accepted 29.08.2023*